

## NANOSTRUKTÚRÁK VIZSGÁLATA A HAVASI GYOPÁR ERDÉLYI POPULÁCIÓIN MAGASSÁGI SZINTEK MENTÉN: PAJZS VAGY JELZŐRENDSZER?

VÁRALJAI PETRA<sup>1</sup>, BUCZKÓ KRISZTINA<sup>1</sup>, ÓDOR PÉTER<sup>2</sup> és BÁLINT ZSOLT<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Magyar Természettudományi Múzeum Növénytára, 1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 40.

buczko@bot.nhmus.hu

<sup>2</sup>ELTE Biológiai Intézet, Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék,

1117 Budapest, Pázmány P. stny. 1/C.; ope@ludens.elte.hu

<sup>3</sup>Magyar Természettudományi Múzeum Állattára, 1088 Budapest, Baross utca 13.

balint@zoo.nhmus.hu

Elfogadva: 2007. április 10.

**Kulcsszavak:** *Leontopodium*, vertikális adaptáció, nanostruktúra, ultraibolya védelem, pollinátor

**Összefoglalás:** Munkánkban arra kerestük a választ, hogy a havasi gyopár fellevelein található szőrszálak bordázottsága összefüggésben áll-e a tengerszint feletti magassággal, továbbá az alacsonyabb területen tenyésző növényeken megjelenik-e ez a jellegzetes struktúra? Páztázó elektronmikroszkóp segítségével vizsgáltuk a növény gyapjasságát adó szőrszálak felületét. 500, 1100 és 2200 m tengerszint feletti magasságból gyűjtött havasi gyopárok felleveleit hasonlítottuk össze. Vizsgálatunk során beigazolódtott, hogy a fellevelek szőrszállai tengerszint feletti magasságtól függetlenül bordázottak, a bordák szélessége a magassággal egyenes arányban növekszik. A magasabb területen (2200 m) élő gyopár szárán és lomblevelén is megfigyelhető csekély bordázottság, de a felsőgáldi (500 m) növényen csak a fellevelek rendelkeznek ilyen a struktúrákkal. Ezek alapján arra következtetünk, hogy a havasi gyopár fellevelein levő szőrök valóban fotonikus kristályként működnek, de szerepük nem csak a növény vegetatív részeinek védelmében áll. Hipotézisünk szerint a bordázottság a beporzást végző rovarok számára olyan sötét rajzolatot ad, ami a pollinátor számára jobban érzékelhető.

### Bevezetés

A havasi gyopár (*Leontopodium alpinum*) a havasi és alhavasi mészkősziklák fény- és melegkedvelő ritkasága. Jellegzetességét a fészekvirágzatát gallérszerűen körülvevő fellevelek fehér, vastag, bársonyos szőrrétege adja. Ez a fehér szőrzet a növény többi részén is megjelenik, de eltérő sűrűséggel. A szőrök a bőrszövet sajátos képződményei – levegővel telt, vékony, cellulózfalú epidermisz sejtek, melyek több feladatot látnak el. Egyrészt csökkentik a párologtatást, amire a havasi gyopár száraz, szélnek kitétt élőhelyein különösen szükség van, másrészt, mint rossz hővezetők védik a növényt a hirtelen hőmérsékletváltozás káros hatásaitól (JACOB et al. 1985).

Napjainkban fizikusok kezdték behatóbban vizsgálni a fellevelek gyapjas-molyhos szőrzetét (VIGNERON et al. 2005) és a gyopár szőrszállain nanoméretű hosszanti bordázottságot fedeztek fel. Elsősorban az optikai tulajdonságait kutatták ezeknek a struktúráknak. Arra a következtetésre jutottak, hogy a szőrökön található szerkezetek fotonikus kristályként viselkednek: a fényspektrum bizonyos fotonjait elnyelik, a többit visszaverik. A gyopár esetében a fellevelszőrök a felületi szerkezetük révén a káros ultraibolya

(UV) sugarakat nyelik el, hipotézisük szerint megvédve ezzel a bordák alatt lévő élő szöveteket. Mindezt számítógépes modellezéssel is alátámasztották (VIGNERON et al. 2005).

A havasi gyopár a Palearktikum ázsiai részén a magashegységeket leszámítva igen alacsony tengerszint feletti magasságokban található, és löszpusztákra is jellemző (HANDEL-MAZZETTI 1928). Európában feltehetően a jégkorszakot követő erdősülési folyamatok miatt szorult egyre magasabbra, a havasi tundra zónájába. A Kárpátok karéjában levő mészköves helyeken mindenütt megtalálható, és nem csak a havasi zónában, hanem jóval alacsonyabban, például a Keleti-Kárpátok sziklaszurdokaiban (SĂVULESCU et al. 1964). A feltűnően alacsony területeken tenyésző havasi gyopár állományok az erdélyi Nyugati-szigethegységben valószínűleg jégkorszaki reliktumok. Az említett területek edafikus és mikroklimatikus viszonyok miatt soha nem erdősültek be. Így maradhatott meg a havasi gyopár 500 m tengerszint feletti magasságban, például a Gáldi-szorosban (CSÜRÖS 1981).

Vajon alacsony tengerszint feletti magasságban, ahol az UV sugárzás kifejezetten gyengébb, védekezik-e még a havasi gyopár a fizikusok által leírt módon? A következő hipotézist állítjuk fel: Ha a szőrszálak nanoszerkezetük révén védőpajzsként funkcionálnak, akkor alacsony tengerszint feletti magasságon a gyenge UV sugárzás miatt ez a felületi strukturáltság eltűnik, mert arra nincs szükség. Ha viszont a szerkezet megtalálható az alacsony tengerszint feletti állományok esetében is, akkor a struktúráknak feltehetően más szerepük van, és lehetséges, hogy a pollinátornak szóló jelzőrendszer részeként működnek. A hipotézis kapcsán pedig feltehető a kérdés, hogy van-e különbség a szín és a fonák szőreinek mintázatában, illetve-e tekintetben eltérnek-e a dombvidéki és a hegyvidéki populációk? Jelen munkánkban ezeket a tulajdonságokat vizsgáljuk.

## Anyag és módszer

A vizsgálathoz Erdélyben 500 m (Alsó-Fehér megye: Felsőgárd), 1100 m (Csík megye: Máriakő) és 2200 m (Fogarasi-havasok: „Terița”) tengerszint feletti magasságokból gyűjtött havasi gyopár anyagokat választottunk ki (1. ábra). A herbáriumi lapok a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytárának Carpato-Pannonico gyűjteményében találhatóak (1. táblázat).

A fellevelekről, szákról és lomblevelekről 0,5 cm-es darabokat vágunk le, ezeket HCl 10 %-os oldatában áztattuk, hogy az esetleges mészkiválásokat leoldjuk. A megfelelő előkészítés után Hitachi S-2600N típusú pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk a szőrszálak felületi struktúráit. A szerkezetekről 6000 × nagyítású képeket készítettünk, a további méréseket már ezeken végeztük. 1×1 cm-es kvadrátokat véve mértük a fellevelszőrök hosszanti bordáinak szélességét, és azok egymástól való távolságát. A mért adatokat átlagoltuk, az átlagértékeket táblázatba rendeztük (2. táblázat).

Méréseinket 500, 1100 és 2200 méter magasságokból származó gyopárokon, növényenként hét szőrszálon (n=7) végeztük el (2. ábra).

A három mintaterület bordaszélesség és bordatávolság adatait a variancia analízis módszerével elemeztük. A három mintaterület adatainak páronkénti összehasonlításához Tukey típusú többszörös összehasonlításot alkalmaztunk, az adatok normalitásának tesztelése Kolmogorov-Smirnov ill. Shapiro-Wilk próbákkal történt, az adatok varianciájának homogenitását F-próbával ellenőriztük (ZAR 1999).

A vizsgálat második felében a fellevelek felszínének és a fonákjának struktúráit hasonlítottuk össze 500 és 2200 m tengerszint feletti magasságokból származó mintákon. A módszer megegyezett az előbbivel.

A fellevelek fonákján és színén található szőrök bordaszélesség és bordatávolság értékeit t-próbával hasonlítottuk össze, külön-külön a felsőgárdi és a tericai minták esetében. Az adatok normalitásának és a varianciák homogenitásának tesztelése az előző elemzéshez hasonlóan történt. A statisztikai elemzéseket Statistica for Windows 7.0 szoftverrel végeztük (STATSOFT 2006).



1. ábra. A havasi gyopár európai elterjedése a mintavételi helyekkel  
(MEUSEL és JÄGER 1992 nyomán).

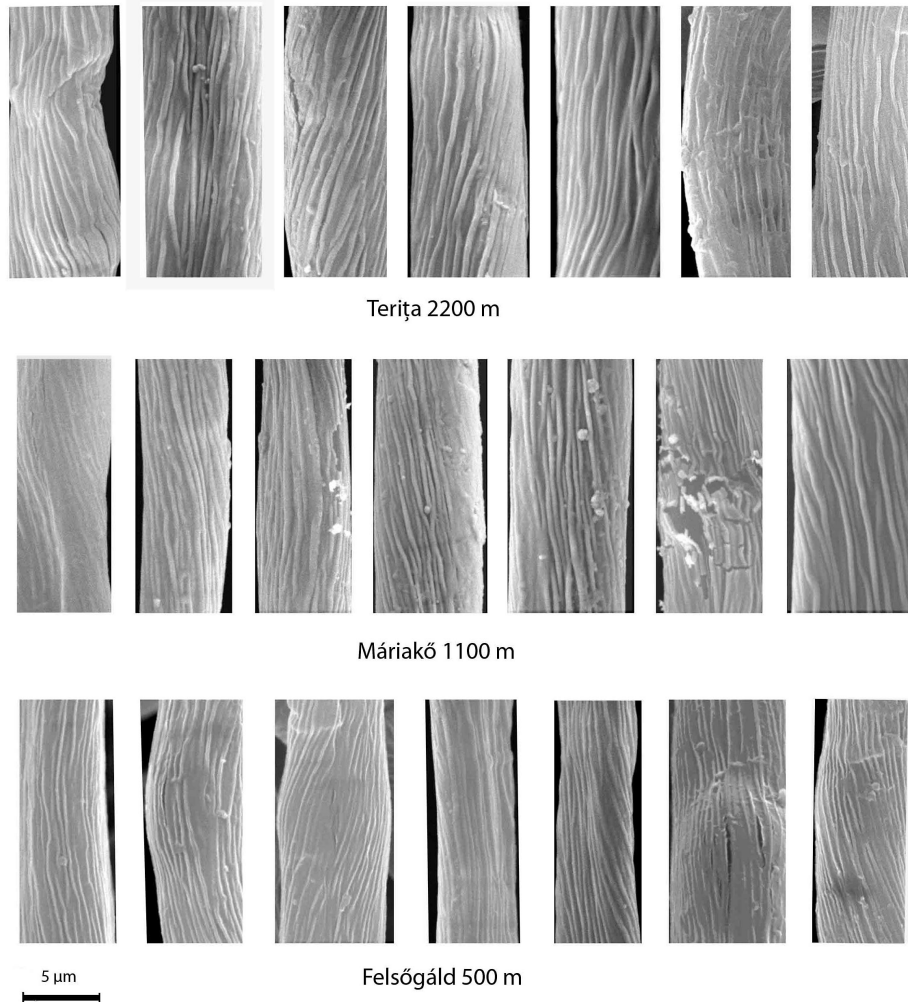
Figure 1. The distribution of *Leontopodium alpinum* in Europe and its sampling sites  
(after MEUSEL and JÄGER 1992).

1. táblázat  
Table 1

A herbáriumi lapok adatai  
Herbarial data of the samples.

(1) collector; (2) collecting site (with recent official Roumanian names of the sites);  
(3) elevation; (4) collecting date; (5) herbaria inventory number.

Gyűjtötte (1)	Gyűjtési hely (2)	Tengerszint feletti magasság (3)	Gyűjtési idő (4)	Herbáriumi szám (5)
PÓCS TAMÁS	Fogarasi-havasok: Terița (Munții Făgăras: Terița)	2200 m	1960. 08. 11.	228926
PAPP JÓZSEF	Csík megye: Máriakő (județul Harghita: Máriakő)	1100 m	1942. 07. 09.	396170
BORZA SÁNDOR	Alsó-Fehér megye: Felsőgárd (județul Alba: Intregalde)	500 m	1913. 09. 18.	167569



2. ábra. A fellevelészőr struktúrái 3 különböző tengerszint feletti magasságban.  
 Figure 2. *Leontopodium alpinum* bract filaments with ribs from elevations sampled.

### Eredmények

A bordák átlagos szélessége: 500 m:  $0,180 \mu\text{m}$  (szórás  $\pm 0,018$ ), 1100 m:  $0,235 \mu\text{m}$ , (szórás  $\pm 0,050$ ) és 2200 m:  $0,279 \mu\text{m}$  (szórás  $\pm 0,078$ ). A bordák közötti átlagos távolság: 500 m:  $0,135 \mu\text{m}$  (szórás  $\pm 0,021$ ), 1100 m:  $0,151 \mu\text{m}$  (szórás  $\pm 0,017$ ) és 2200 m:  $0,160 \mu\text{m}$  (szórás  $\pm 0,037$ ). Megállapítható, hogy a szőrszálak felületén található bordák szélessége a magassággal egyenes arányban növekszik. A bordák közötti távolság ezt a változást nem követi arányosan (3. ábra). Ennek következményeként a magasan élő gypárokon a fellevel szőrstruktúrái tömöttebbnek tűnnek, mint az alacsony tengerszint feletti magasságokban tenyésző növényeken (2. táblázat).

## A havasi gyopár nanostruktúrái

2. táblázat.  
Table 2

A fellevelszőr-struktúrák mérete három különböző tengerszint feletti magasságban  
Measurements of bract filament rib in the samples from three different elevations.  
(1) general rib width; (2) average; (3) standard deviation; (4) average distance between ribs.

		Felsőgárd 500 m	Máriakő 1100 m	Terica 2200 m
bordák átlagszélessége ( $\mu\text{m}$ ) (1)	1.	0,166	0,25	0,288
	2.	0,196	0,283	0,276
	3.	0,173	0,218	0,358
	4.	0,195	0,256	0,321
	5.	0,203	0,19	0,356
	6.	0,175	0,293	0,165
	7.	0,156	0,156	0,181
átlag (2)		0,18	0,235	0,278
szórás (3)		0,017	0,049	0,078
bordák közötti távolságok átlaga ( $\mu\text{m}$ ) (4)	1.	0,13	0,171	0,163
	2.	0,096	0,138	0,103
	3.	0,136	0,151	0,208
	4.	0,095	0,156	0,178
	5.	0,125	0,138	0,166
	6.	0,141	0,173	0,12
	7.	0,15	0,13	0,185
átlag (2)		0,125	0,15	0,16
szórás (3)		0,021	0,016	0,036

A három populációban a bordaszélesség szignifikánsan eltér (ANOVA,  $F(2,18)=5,61$ ,  $p<0,05$ ), azonban a többszörös összehasonlítás során csak felsőgárdi és a tericai populáció között mutatkozott szignifikáns eltérés ( $p<0,01$ ). A három populációban a bordák közötti távolság esetében nem találtunk különbséget (ANOVA,  $F(2,18)=3,42$ ,  $p>0,05$ ).

Szabad szemmel is megfigyelhető, hogy a fellevél színe sűrűbben borított szőrrel, mint a fonák. Méréseink alapján megállapítható, hogy 500 m-en a fellevél színén és fonákján a szőrstruktúrák mérete között nincs jelentős eltérés. 2200 m-en a fellevél színén található szőrszálak bordái viszont nagyobbak, mint a fonákján (3. táblázat). A felsőgárdi populációban a fellevelek színén és fonákján megjelenő szőrök esetében a bordák szélessége nem különbözött ( $t=0,49$ ;  $df=12$ ;  $p>0,05$ ), azonban a bordák közötti távolság szignifikánsan nagyobb a fellevelek fonákján, mint a színén ( $t=2,46$ ;  $df=12$ ;  $p<0,05$ ). Ezzel szemben a tericai populációban mind a bordák szélessége, mind a bordák közötti távolság nagyobb-nak bizonyult a fellevelek színén, mint azok fonákján ( $t=3,08$ ;  $df=12$ ,  $p<0,01$ ; illetve  $t=3,30$ ;  $df=12$ ,  $p<0,01$ ).

3. táblázat  
Table 3

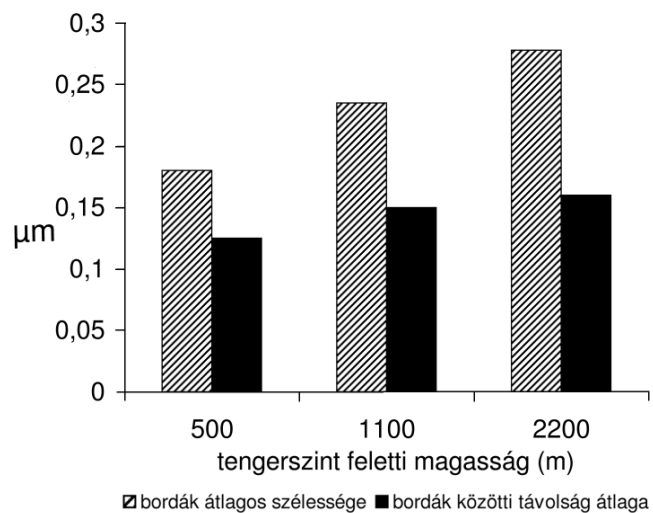
A fellevél két oldalán található szőrstruktúrák mérete két tengerszint feletti magasságban  
 Measurements of bract filament rib from the elevations 500 m and 2200 m.  
 (1) general rib width; (2) average; (3) standard deviation; (4) average distance between rib;  
 (5) bract ventral surface; (6) bract dorsal surface.

	Felsőgárd 500 m		Terica 2200 m	
	szín (5)	fonák (6)	szín (5)	fonák (6)
bordák átlagszélessége ( $\mu\text{m}$ ) (1)	1.	0,166	0,163	0,203
	2.	0,196	0,178	0,216
	3.	0,173	0,175	0,228
	4.	0,195	0,168	0,200
	5.	0,203	0,195	0,200
	6.	0,175	0,233	0,283
	7.	0,156	0,19	0,208
átlag (2)	0,180	0,185	0,220	0,181
szórás (3)	0,017	0,023	0,029	0,014
bordák közötti távolságok átlaga ( $\mu\text{m}$ ) (4)	1.	0,13	0,146	0,163
	2.	0,096	0,175	0,133
	3.	0,136	0,136	0,171
	4.	0,095	0,151	0,155
	5.	0,125	0,163	0,145
	6.	0,141	0,176	0,185
	7.	0,15	0,12	0,135
átlag (2)	0,125	0,153	0,155	0,128
szórás (3)	0,021	0,02	0,019	0,009

### Megvitatás

A vizsgálataink során bebizonyosodott, hogy a magasabb területen (2200 m) élő gyopár szárán és lomblevelén is megfigyelhető csekély bordázottság. A felsőgárdi (500 m) növényen csak a fellevélszőrök rendelkeznek ezekkel a struktúrákkal. A bordázottság legjellegzetesebben a fellevelek szőrszálain jelenik meg, tengerszint feletti magasságtól függetlenül (4. ábra).

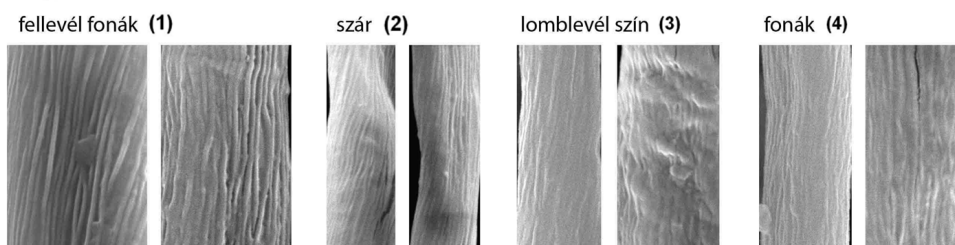
Ha a bordázottság valóban UV pajzsként működik, akkor az 500 m magasságban élő populáció esetében hipotézisünk szerint el kellett volna tűnnie ezeknek a struktúráknak, mivel ilyen alacsonyan nincs szükség UV védelemre. Vizsgálataink szerint ez csak részben figyelhető meg, mivel a fellevelek bordázottsága még a legalacsonyabb tengerszinten tenyésztő állományok esetében is kimutatható. Megállapítottuk azt is, hogy a



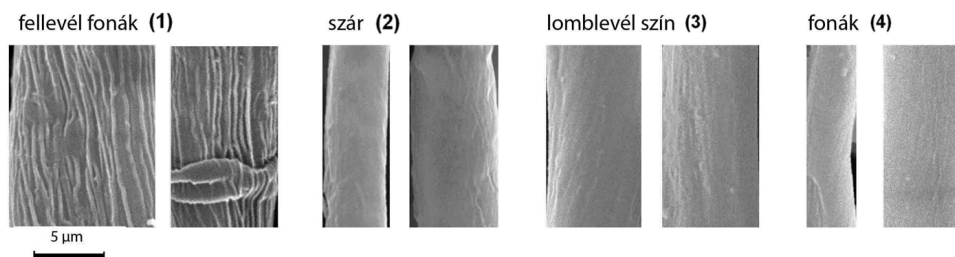
3. ábra. A fellelél színén található szőrszálak bordáinak méretei.

Figure 3. Measurements of filament rib in bracts of *Leontopodium alpinum* ▨ general rib width; ■ average distance between ribs.

Terița 2200 m



Felsőgárd 500 m



4. ábra. A szőrszál felületi struktúrája két tengerszint feletti magasságban a fellelél fonákján, szárán és a lomblevelén.

Figure 4. Rib surface structures in *Leontopodium alpinum* samples from the elevations 2200 m and 500 m. (1) bract ventral surface; (2) stem; (3) leaf dorsal surface; (4) leaf ventral surface.

virágzatot körülvevő fellevelek színe sűrűbben gyapjas-szőrös, mint azok fonákja, nemcsak a nagyobb tengerszint feletti magasságokban tenyésző állományokon, hanem a felsőgáldin is. A szárát és a lombleveleket vizsgálva a felsőgáldi példányokon nem találtunk bordázottságot.

Érdekes még, hogy pont ellentétes a trend az alacsony és a magas térszint között, a bordatávolságot illetően: ez Felsőgáldon a fonákon, Tericán a színén nagyobb. Az eltérés Felsőgáldon igen kicsi, vagyis akár úgy is értelmezhetjük, hogy alacsony térszínen a mintázat a levelek színén és fonákján elég hasonló, ellenben magasan nem.

Ezek alapján arra következtetünk, hogy a havasi gyopár fellevelein levő szőrök nanostruktúráltságuk miatt valóban fotonikus kristályként működnek, de funkciójuk feltehetően nem csak a növény vegetatív részeinek védelme. Szerepet játszhatnak a pollinátoroknak való jelzés-adásban, amikor is a növény a beporzást végző állatcsoport egyedeinek figyelmét olyan mintázattal hívja fel, amit a pollinátor különösen jól érzékelhet. Ezt a hipotézist alátámasztja, (1) hogy a fellevelek fonákja kevésbé szőrös, mint a felszín, (2) az a megfigyelés, hogy az alacsonyan tengerszint feletti magasságból származó havasgáldi növények virágjai nanostrukturáltak, míg a többi vegetatív része már nem.

Köztudott, hogy a rovarok jól látnak az UV, a 300-400 nm közötti tartományban (BUNTON és MAJERUS 1995, RUTOWSKI 2003). Ezt a tulajdonságot nem csak az ivarok közötti kommunikációra használják (TOVEÉ 1995). Tudjuk azt is, hogy a havasi gyopárt elsősorban rovarok porozzák be, közöttük szép számban találhatók lepkék is (TSHIKLOVETS et al. 2002). A havasi gyopár lepelleveleinek bordázottsága az UV tartományban majdnem teljes mértékben elnyeli a fényt (VIGNERON et al. 2005). A fizikusok erre alapozták elméletüket. Mi ezt a jelenséget úgy magyarázzuk, hogy a növény fészkes virágzatát felleveleinek különleges szerkezetével oly módon emeli ki környezetéből, hogy azt minden fényt elnyelő „fekete karikával” keretezi. Minthogy a havasi gyopár virágzata ebben a tartományban szinte nem reflektál, tehát egy UV tartományra kalibrált receptor itt „fekete lyukat” észlel. Hasonló „fekete” mintázatokat mutattak ki más növények esetében is, ahol a lepel- vagy szíromleveleken UV fényben sötét rajzolatok látszanak, mintegy leszállópályát vagy célkört mutatva a pollinátornak (SCOTT 1991). A kizárólag UV fényben látható fekete rajzolatok csak úgy keletkezhetnek, ha a növényi részen a gyopár szőrszállaihoz hasonló szerkezetek manipulálják a fényt. Ez a fekete lyuk egy UV sugárzásban gazdag környezetben (például magashegységek, sziklafalak) igen feltűnő mintázat lehet. Magasabb régiókban a potenciális pollinátorok fajszáma kisebb és a rendelkezésre álló idő is kevesebb, mint az alacsonyabban fekvő területeken, ezért feltehető, hogy erőteljesebb jelzésekre lehet szüksége a növényeknek a beporzás elősegítésére.

Az, hogy a havasi gyopár nanobordázottsága mintegy pajzsként védi a növényt az UV sugárzás káros hatásaitól, kísérletekkel igazolt tény. A „jelzőrendszer” szerep igazolására viszont bizonyítékokra van szükségünk, terepen végzett kísérletek és megfigyelések alapján. Feltételezzük, hogy a havasi gyopár „nanobordázottsága” nem elszigetelt, hanem sok helyütt megfigyelhető jelenség a növényvilágban. És valóban: több fészkes virágzatú, a havasi gyopárral rokon növényt is megvizsgáltunk és megtaláltuk rajtuk a havasi gyopárról már jól ismert szerkezeteket (BÁLINT et al. előkészületben).



Megválaszolandó még a kérdés, a tengerszint feletti magasság növekedésével egyenes arányban miért lesz egyre „gyapjasabb” a havasi gyopár? A fizikusok által kínált válasz mellett mi két további lehetőségre is rámutatunk. (1) Nagyobb magasságokban a havasi gyopáron nemcsak a felleveleken, hanem lombleveleken és a száron is kialakul a bordázottság. Feltehető a kérdés, hogy ezek szerepe nem inkább a jobb hőgazdálkodásban keresendő, ahogy az irodalom is állítja (JACOB et al. 1985)? Ha bordázottság következtében csökken a visszavert fény mennyisége és gyakorlatilag az UV tartományban nincs reflexió, ez azt jelenti, hogy azt az energia mennyiséget, amit a fény az elnyelt tartományban hordoz, a gyopár mind elnyeli. (2) A magasság növekedésével feltételezhetően egyenes arányban csökken a pollinátor számára a megporzáshoz rendelkezésre álló idő, ezért a növény igyekszik intenzívebb jelzést adni. Ahogy már jeleztük a fentiekben, a két kérdés megválaszolása ugyancsak további vizsgálatokat és méréseket igényel nemcsak laboratóriumi körülmények között, hanem kinn a havasi gyopár termőhelyén.

#### Köszönetnyilvánítás

„A munka az Európai Unió által támogatott BioPhot program keretében készült (EU/NEST/ PATH-FINDER/BioPhot-01915).”

#### IRODALOM – REFERENCES

- BRUNTON C. F. A., MAJERUS M. E. N. 1995: Ultraviolet colours in butterflies: intra- or inter-specific communication? *Proceedings of the Royal Society B* 260: 199–204.
- CSÜRÖS I. 1981: *A Nyugati-Szigethegység élővilágáról*. Tudományos és Enciklopédiai Könyvkiadó, Bukarest, 609 pp.
- HANDEL-MAZZETTI H. 1928: Systematische Monographie der Gattung *Leontopodium*. *Beihefte zum Botanischen Zentralblatt* 44(2): 1–178.
- JACOB F., JÄGER E. I., OHMANN E. 1985: *Botanikai kompendium*. Natura Kiadó, Budapest, 609 pp.
- MEUSEL H., JÄGER E. J. 1992: *Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora*. Karten, Literatur. Band III. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart New York, 267 pp.
- RUTOWSKI R. L. 2003: Visual Ecology of Adult Butterflies. In: *Butterflies. Ecology and Evolution Taking Flight* (Eds.: Boggs C. L., Watt W. B., Ehrlich P. R.). The University Press of Chicago, Chicago, pp. 9–25.
- SĂVULESCU T. 1964: *Flora Republicii Populare Române IX*. Editura Academiei Republicii Populare Române, Bucuresti, 1000 pp.
- SCOTT J. A. 1986: *The Butterflies of North America*. A Natural History and Field Guide. Stanford: Stanford University Press, California, 582 pp.
- STATSOFT I. 2006: Statistica version 7.1. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- TOVEÉ M. J. 1995: Ultra-violet photoreceptors in the animal kingdom: their distribution and function. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 455–460.
- TSHIKOLOVETS V. V., BIDZILYA O. V., GOLOVUSKHIN M. I. 2002: *The Butterflies of Transbaikalia Siberia*. Brno-Kyiv: published by Vadim V. Tshikolovets, 320 pp.
- VIGNERON J. P., RASSART M., VÉRTESY Z., KERTÉSZ K., SANAZIN M., BIRÓ L. P., ETZ D., LOUSSE V. 2005: Optical structure and function of the white filamentary hair covering the edelweiss bracts. *Physical Review E* 71, 0011906–1–8.
- ZAR J. H. 1999: *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey.

STUDYING FILAMENT NANOSTRUCTURES IN TRANSYLVANIAN POPULATIONS  
OF EDELWEISS ALONG AN ALTITUDINAL GRADIENT: IS THERE A SHIELD  
OR A SIGNAL SYSTEM?

P. Váraljai<sup>1</sup>, K. Buczkó<sup>1</sup>, P. Ódor<sup>2</sup> and Zs. Bálint<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Botanical Department, Hungarian National History Museum  
Budapest, Könyves Kálmán krt. 40., H-1087, Hungary; e-mail: buczko@bot.nhmus.hu

<sup>2</sup>Eötvös Lóránd University, Department of Plant Taxonomy and Ecology,  
Budapest, Pázmány P. stny. 1/C., H-1117, Hungary; e-mail: ope@ludens.elte.hu

<sup>3</sup>Zoological Department, Hungarian National History Museum  
Budapest, Baross utca 13., H-1088, Hungary; e-mail: balint@zoo.nhmus.hu

Accepted: 10 April 2007

**Keywords:** *Leontopodium*, vertical adaptation, nanostructure, ultra-violet protection, pollinator

The authors studied nanosized wale situated in the filaments covering various vegetative parts of edelweiss (*Leontopodium alpinum*) samples of Transylvanian origin from the elevations of altitudes 500 m (Felsőgárd, County Alsó-Fehér), 1100 m (Máriakő, County Csík) and 2200 m (Terița, County Fogaras) using scanning electron microscope. They pose the question whether there is a correlation between wale development of filaments and altitudes?

It has been revealed that the filaments of the bracts are structured by ribs in all the elevations, and also in other vegetative parts in the 1100 and 2200 m samples as in stems and leafs, but wale can be detected only in the bract filaments of the sample originating from the lowest elevation (500 m).

They presume that the bract filaments of the edelweiss with their nano sized ribs are working as photonic crystals indeed, but their role is not exclusively a kind of protection against harmful ultra-violet radiation as it was previously demonstrated. Because of the bract filaments in the sample from the lowest altitude (500 m) also possess nano sized ribs it is supposed that beside that these structures absorb all the ultra violet radiation, generate a signal for the pollinators. The nanostructures absorb in the ultra violet spectrum of the solar radiation, and this results a black pattern in an environment rich in ultra violet as high altitudes or rocky walls. The black pattern is getting more intensive with increasing elevation, which from one side it gives more protection against harmful ultra violet radiation, but on the other hand it generates a more conspicuous and intensive pattern for the pollinators, which have less time available for their activities in high altitudes, therefore they have to be more efficient.